

## PERAMALAN NILAI EKSPOR DI PROPINSI SUMATERA UTARA DENGAN METODE ARIMA BOX-JENKINS

RAISA RUSLAN, AGUS SALIM HARAHAP, PASUKAT SEMBIRING

**Abstrak.** Dalam tulisan ini dilakukan peramalan nilai ekspor komoditi di Propinsi Sumatera Utara dengan menggunakan model ARIMA. Nilai ekspor komoditi itu berupa migas, non migas, pertanian, pertambangan, industri, baik industri kecil maupun besar. Langkah pertama peramalan nilai ekspor komoditi menggunakan metode deret berkala ARIMA. Langkah yang kedua yaitu menghasilkan data stasioner dan mengidentifikasi adanya faktor musiman atau tidak dengan memplot data, nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi residual setiap lag. Langkah ketiga adalah menentukan nilai orde model ARIMA sekaligus menjadikan model sementara dalam hal ini di peroleh model yang tepat adalah ARIMA (1,0,1). Langkah terakhir adalah melakukan peramalan. Model peramalan nilai ekspor komoditi diselesaikan dengan bantuan software minitab 16.0 sehingga di hasilkan peramalan nilai ekspor komoditi untuk 24 periode mulai dari November 2012 sampai dengan Oktober 2014, yaitu model ARIMA (1,0,1) dengan persamaan

$$Y_t = \mu' + 1,0000Y_{t-6} + e_t - 1,0158e_{t-6}.$$

---

Received 16-05-2013, Accepted 25-11-2013.

2013 Mathematics Subject Classification: 62M10

Key words and Phrases: ARIMA, Ekspor, Peramalan.

## 1. PENDAHULUAN

Sejak terjadinya krisis ekonomi pada bulan Juli 1997 yang berlanjut menjadi krisis multidimensi yang dialami bangsa Indonesia ternyata sangat berpengaruh pada penurunan kinerja ekspor dari berbagai sektor. Berkembangnya kehidupan ekonomi sendiri terjadi seiring dengan berkembangnya peradaban dan pertambahan jumlah penduduk. Krisis multidimensi yang berkepanjangan juga turut memperburuk kondisi ekonomi bangsa Indonesia, seperti mengakibatkan pada menurunnya sumber devisa negara. Perilaku perusahaan Indonesia berbeda dengan perusahaan negara-negara lain. Sudah bertahun-tahun perusahaan di Bumi Pertiwi ini tertidur oleh kenyamanan usaha di pasar domestik hingga hampir melupakan pasar mancanegara yang dapat menjadi penopang yang sangat penting bagi pertumbuhan perekonomian bangsa.

Berlakunya pasar bebas menjadi musuh akan beratnya persaingan bagi perusahaan domestik dengan pihak asing tersebut. Berbagai produk dari negara berkembang seperti RRC, Korea serta Taiwan juga menjadi salah satu permasalahan bagi perusahaan domestik karena perusahaan Indonesia masih belum mampu mencengkeram usahanya di negara lain. Oleh karena itu dalam pertumbuhan internasional yang sangat cepat, Indonesia juga dituntut untuk dapat mampu bersaing di pasar dunia berbagai kebijakan dilakukan oleh pemerintah yang berkaitan dengan ekspor, baik pemerintahan pusat maupun daerah. Nilai ekspor komoditi itu berupa migas, non migas, pertanian, pertambangan, industri, baik industri kecil maupun besar. Seiring dengan mulai pulihnya perekonomian bangsa, Sumatera Utara adalah sebagai salah satu terbesar baik jumlah penduduk maupun perannya dalam perekonomian.

Metode ARIMA (*Autoregressive integrated Moving Average*) merupakan metode yang sangat tepat untuk mengatasi kerumitan deret waktu dan situasi peramalan lainnya. Assauri[1] menyatakan metode ARIMA dapat dipergunakan untuk meramalkan data historis dengan kondisi yang sulit dimengerti pengaruhnya terhadap data secara teknis dan sangat akurat untuk peramalan periode jangka pendek. Oleh karena itu metode ini sangat tepat digunakan untuk meramalkan nilai ekspor.

Dengan memperhatikan uraian di atas, penulis akan meramalkan jumlah nilai ekspor di Propinsi Sumatera Utara dengan menggunakan metode ARIMA.

## 2. LANDASAN TEORI

Secara umum model ARIMA[3] dirumuskan dengan notasi berikut ini:

$$ARIMA(p, d, q), \quad (1)$$

dengan:

$p$  menunjukkan orde atau derajat *autoregressive* (AR)

$d$  menunjukkan orde atau derajat *differencing*

$q$  menunjukkan orde atau derajat *moving average* (MA)

Model *Box-Jenkins*[4] dikelompokkan menjadi tiga kelompok:

1. Model *autoregressive*.
2. Model *moving average*.
3. Model campuran.

### 1. Model *Autoregressive* (AR)

Bentuk umum[1] model *autoregressive* dengan orde  $p$  (AR( $p$ )) atau model ARIMA ( $p, 0, 0$ ) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} \cdots + \phi_p Y_{t-p} + e_t, \quad (2)$$

dengan:

$$\begin{aligned} \mu' &= \text{suatu konstanta} \\ Y_{t-p} &= \text{nilai pengamatan periode } t-p \\ \phi_p &= \text{parameter autoregresif ke-}p \\ e_t &= \text{nilai kesalahan pada saat } t \end{aligned}$$

### 2. Model *Moving Average* (MA)

Bentuk umum[4] dari model *moving average* dengan ordo  $q$  (MA ( $q$ )) atau ARIMA ( $0, 0, q$ ) dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \cdots - \theta_q e_{t-q}. \quad (3)$$

### 3. Model Campuran *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Bentuk umum model ARMA  $(p, q)$  adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \cdots - \theta_q e_{t-q}. \quad (4)$$

### 4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Bentuk umum dari model ARIMA  $(p, d, q)$  adalah sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B^1 - \cdots - \phi_p B^p) Y_t = \mu' + (1 - \theta_1 B^1 - \cdots - \theta_q B^q) e_t. \quad (5)$$

### 5. Model ARIMA dan Musiman

Deret waktu musiman memiliki ciri-ciri di mana terdapat korelasi beruntun yang kuat pada jarak semusim baik dalam 4 bulan, 6 bulan atau setahun. Untuk data yang stasioner, faktor musiman dapat diidentifikasi dari koefisien autokorelasi, di mana ada dua atau tiga *time-lag* yang berbeda nyata dari nol. Notasi umum untuk menangani musiman adalah

$$ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^s, \quad (6)$$

dengan:

$$\begin{aligned} (p, d, q) &= \text{bagian yang tidak musiman dari model} \\ (P, D, Q) &= \text{bagian musiman dari model} \\ s &= \text{jumlah periode per musim} \end{aligned}$$

## 3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah metode yang ditempuh untuk menyelesaikan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur yaitu mencari referensi mengenai metode peramalan ARIMA.
2. Mengumpulkan data nilai ekspor di Sumatera Utara periode Januari 2005 sampai Oktober 2012 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Utara.
3. Membuat Plot data dan memeriksa kestasioneran data.

4. Mengidentifikasi model sementara.
5. Melakukan pemeriksaan ketepatan model.
6. Menggunakan model terpilih untuk peramalan.
7. Membuat kesimpulan.

#### 4. PEMBAHASAN

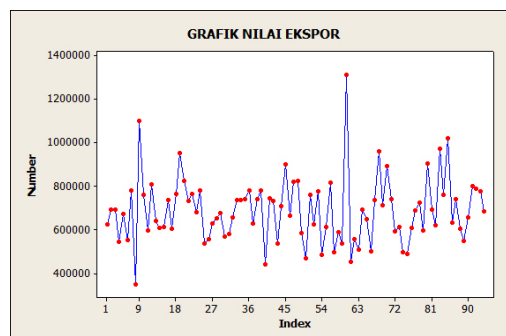
Data Nilai Ekspor Komoditi di Propinsi Sumatera Utara Periode 2005 sampai dengan 2012 dapat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1: Data Nilai Ekspor Komoditi (dalam ton)

No	Bulan	Nilai Ekspor (ton)				Komoditi					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
1	Januari	625.570	641.535	538.281	629.613	585.842	454.044	611.370	1.018.606		
2	Februari	692.868	606.586	555.719	741.002	469.298	558.330	497.083	631.097		
3	Maret	692.961	612.706	627.341	778.312	761.209	508.188	489.056	742.003		
4	April	543.663	736.091	653.219	441.717	624.332	693.121	609.754	605.108		
5	Mei	672.481	605.266	675.481	745.387	774.566	647.774	686.888	547.155		
6	Juni	552.298	765.425	566.837	731.816	483.157	501.197	725.621	657.403		
7	Juli	782.167	952.847	579.756	536.506	612.279	734.939	596.728	801.475		
8	Agustus	346.835	826.097	656.695	709.879	815.697	961.792	903.992	786.581		
9	September	1.100.035	733.527	734.725	898.237	495.772	712.470	690.765	776.335		
10	Oktober	762.081	765.961	735.227	664.678	589.033	890.979	618.725	685.974		
11	November	596.764	678.852	739.266	819.326	536.034	738.558	970.921			
12	Desember	807.083	779.931	779.325	824.419	1.311.758	590.711	760.100			

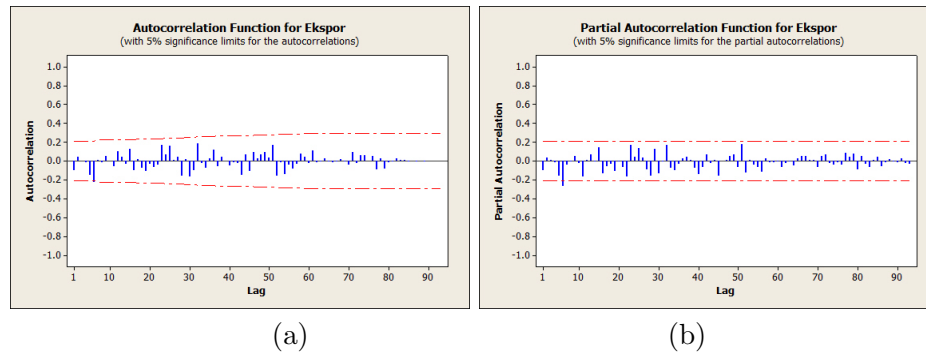
Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Utara

Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat plot *time series* untuk data nilai ekspor komoditi yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1: Plot Data Nilai Ekspor

Dari plot data pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa data sudah stasioner. Setelah memplot data, selanjutnya dilakukan perhitungan autokorelasi dan autokorelasi parsial seperti pada gambar 2.



Gambar 2: (a) Gambar Autokorelasi, (b) Gambar Autokorelasi Parsial

Untuk melihat apakah data sudah stasioner atau tidak, dapat dilihat dari nilai koefisien autokorelasi yang berbeda nyata dari nol yaitu nilai koefisien autokorelasi berada dalam interval batas penerimaan. Maka dari seluruh nilai koefisien autokorelasi harus berada dalam interval:

$$\begin{aligned} -1,96\left(\frac{1}{\sqrt{94}}\right) &\leq r_k \leq +1,96\left(\frac{1}{\sqrt{94}}\right) \\ -0,202 &\leq r_k \leq +0,202 \end{aligned}$$

Terlihat bahwa data sudah stasioner, hanya 1 data nilai koefisien autokorelasi yang tidak berada dalam interval batas penerimaan yaitu: lag-6 dengan nilai koefisien  $(-0,228)$  dan hanya 1 nilai koefisien autokorelasi parsial yang tidak berada dalam batas penerimaan yakni lag-6 dengan nilai koefisien  $(-0,266)$ . Oleh karena itu tidak perlu dilakukan *differencing*.

Dalam menentukan model ARIMA( $p, d, q$ ), nilai-nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial yang melebihi *confidence limit* bisa dijadikan panduan. Di sini nilai autokorelasi lag-6 berbeda secara signifikan sehingga ordo AR(1), untuk nilai koefisien autokorelasi parsial yang melebihi confidence limit yaitu pada lag-6 sehingga ordo MA(1) Dengan pertimbangan tersebut dipilih model sementara yaitu ARIMA(1,0,1).

Selanjutnya dilakukan pencarian nilai-nilai parameter seperti pada Tabel 2.

Tabel 2: Final Estimasi Parameter

<i>Parameter</i>	<i>Koefisien</i>	<i>SE Koefisien</i>	<i>T</i>	<i>Pvalue</i>
$\phi_1$	1,0000	0,0001	16.560,56	0,000
$\theta_1$	1,0158	0,0001	13.305,93	0,000

Nilai-nilai parameter yang diperoleh yakni dengan nilai  $\hat{\phi}_1=1,0000$ ,  $\hat{\theta}_1=1,0158$ . Selanjutnya dilakukan uji signifikansi terhadap nilai-nilai parameter model ARIMA(1,0,1) yang lain pada Tabel 3.

Tabel 3: Final Estimasi Parameter

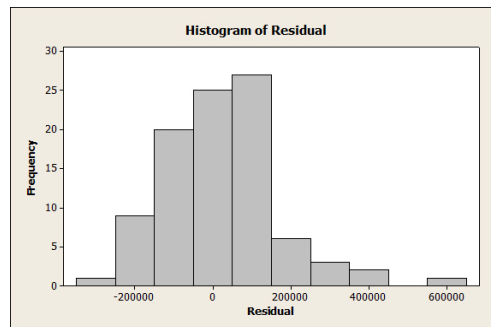
<i>ModelARIMA</i>	<i>Parameter</i>	<i>P Value</i>	<i>Keputusan</i>
	$\phi_1 = 1,0000$	0,000	Signifikan
(1,0,1)	$\theta_1, 0158$	0,000	Signifikan

Dari tabel 3 diperoleh model dengan nilai parameter sebagai berikut:

$$Y_t = \mu' + 1,0000Y_{t-6} + e_t - 1,0158e_{t-6}$$

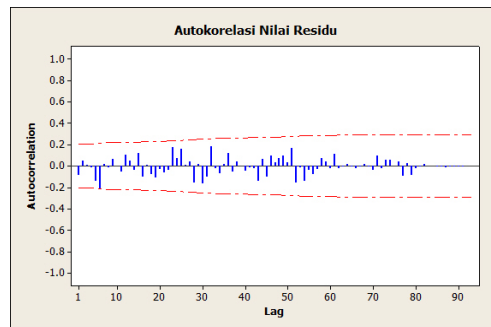
Sebelum model sementara digunakan untuk peramalan selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan ketepatan model dengan melihat kondisi nilai residual dan kecukupan model untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai.

Nilai residual data nilai ekspor komoditi diperlihatkan dalam bentuk histogram seperti pada Gambar 3.



Gambar 3: Histogram Nilai Residual Peramalan Nilai Ekspor

Diperoleh nilai-nilai koefisien autokorelasi residualnya untuk melihat tidak adanya nilai-nilai autokorelasi yang signifikan seperti pada Gambar 4.



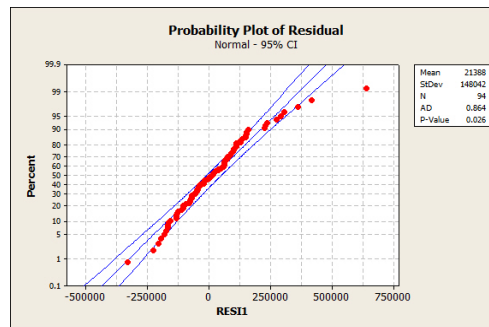
Gambar 4: Autokorelasi Nilai Residu

Dari Gambar 4 dapat dilihat nilai-nilai autokorelasi residual dengan selang kepercayaan 95% berada pada interval. Dengan demikian nilai  $r_k$  residual yang diperoleh tidak ada yang berbeda secara signifikan sehingga memberi keyakinan bahwa residual tersebut adalah acak.

Untuk menentukan kecukupan model harus memenuhi dua asumsi yaitu residual bersifat *White Noise* dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi residual bersifat *White Noise* dapat dilakukan menggunakan uji statistik Portmanteau. Pada pembahasan ini yang akan dilakukan memperlihatkan model sudah berdistribusi normal.

Dengan menggunakan *Minitab* diperoleh plot probabilitas dari residual model ARIMA(1, 0, 1) seperti pada Gambar 5.





Gambar 5: Plot Nilai Residual

Uji statistik Q Box-Pierce dilakukan untuk menunjukkan bahwa fungsi autokorelasi residualnya bersifat *White Noise* atau tidak berbeda dari nol. Hasil perhitungan statistik Q Box-Pierce dilakukan menggunakan *Minitab*. Hasil perhitungan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai Chi-Square

<i>Lag</i>	<i>Chi – Square</i>	<i>DF</i>	<i>P Value</i>
12	10,0	10	0,438
24	20,5	22	0,550
36	40,7	34	0,199
48	51,4	46	0,272

Berdasarkan nilai Q yang didasari pada lag 12, 24, 36, dan 48 residual autokorelasinya adalah 10,0, 20,5, 40,7 dan 51,4 dan tabel  $\chi^2$  untuk derajat kebebasan  $\chi^2_{0,05}(10) = 18,307$ ,  $\chi^2_{0,05}(22) = 33,924$ ,  $\chi^2_{0,05}(34) = 48,602$ , dan  $\chi^2_{0,05}(46) = 61,656$ . Diperoleh bahwa  $Q < \chi^2$  yang berarti kumpulan nilai  $r_k$  tidak berbeda secara signifikan dari nol atau *White Noise*, sehingga model memadai.

Dengan menggunakan *Minitab* dapat diperoleh ramalan untuk 24 periode ke depan dengan taraf kepercayaan 95%. Interval ramalan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Peramalan Nilai Ekspor Komoditi (dalam Ton)

Tahun	Bulan	Ramalan	Batas Bawah	Batas Atas
2012	November	645.291	350.435	940.147
	Desember	645.308	350.415	940.200
	Januari	645.324	350.395	940.253
	Februari	645.341	350.374	940.307
	Maret	645.357	350.354	940.360
	April	645.373	350.334	940.413
2013	Mei	645.390	350.313	940.466
	Juni	645.406	350.293	940.520
	Juli	645.423	350.273	940.573
	Agustus	645.439	350.252	940.626
	September	645.456	350.232	940.679
	Oktober	645.472	350.212	940.732
	November	645.489	350.192	940.786
	Desember	645.505	350.171	940.839
	Januari	645.522	350.151	940.892
	Februari	645.538	350.131	940.945
2014	Maret	645.554	350.110	940.999
	April	645.571	350.090	941.052
	Mei	645.587	350.070	941.105
	Juni	645.604	350.050	941.158
	Juli	645.620	350.029	941.211
	Agustus	645.600	350.009	941.265
	September	645.653	349.989	941.318
	Oktober	645.670	349.969	941.371

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa di atas dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Model peramalan yang digunakan untuk meramalkan nilai ekspor komoditi di Propinsi Sumatera Utara untuk 24 periode ke depan adalah model ARIMA (1,0,1) dengan persamaan

$$Y_t = \mu' + 1,0000Y_{t-6} + e_t - 1,0158e_{t-6}.$$

## Daftar Pustaka

- [1] Assauri S. Teknik dan Metode Peramalan. Edisi 1. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, (1984)
- [2] Badan Pusat Statistik. Exports and Imports of North Sumatera. Sumatera Utara: Penerbit Badan Pusat Statistika, (2009)
- [3] Hendranata A. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), Manajemen Keuangan Sektor Publik FEUI, (2003).
- [4] Makridakis S., Steven C. Wheelwright, dan Victor E. McGee. Metode dan Aplikasi Permalan. Terjemahan Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga, (1999)

- [5] Sugiarto dan Harijono. Peramalan Bisnis. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, (2000)

RAISA RUSLAN: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia  
E-mail: raisa.ruslan@students.usu.ac.id

AGUS SALIM HARAHAHAP: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia  
E-mail: agus@usu.ac.id atau hrpmat@yahoo.com

PASUKAT SEMBIRING: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia  
E-mail: pasukat@usu.ac.id